

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-256837

(43)公開日 平成5年(1993)10月8日

(51)Int.Cl.⁵
G 0 1 N 30/72
27/62
H 0 1 J 49/10

識別記号 序内整理番号
C 8506-2J
X 7414-2J
7135-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8(全 12 頁)

(21)出願番号 特願平4-54768

(22)出願日 平成4年(1992)3月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 高田 安章

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 平林 集

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 坂入 実

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 質量分析計

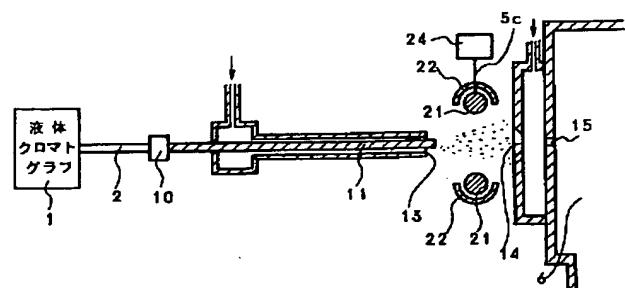
(57)【要約】

【目的】噴霧により生成した微小液滴を効果的に気化し、イオンを効率的に抽出できる噴霧イオン源を備えた液体クロマトグラフ・質量分析計を提供する。

【構成】試料溶液を噴霧するための細管11とイオンを高真空部に取り込むための細孔15との間に赤外線ヒータ21を設け、液滴に赤外線を照射する。赤外線により溶媒分子が加熱され、液滴の気化が促進される。

【効果】噴霧により生成した微小液滴を効果的に気化できるようになり、液滴からイオンを抽出しやすくなり、液体クロマトグラフ・質量分析計の感度が向上する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】液体クロマトグラフからの溶出液を細管の一端に導入し、大気圧下で前記細管の他の端から試料溶液を噴霧しイオンを生成させる噴霧イオン源と、前記噴霧イオンを高真空中へ導入する細孔と、イオンを質量分析するための質量分析部とからなる質量分析計において、噴霧により生成した微小液滴に赤外線あるいはマイクロ波を照射し、この微小液滴の気化を容易にすることを特徴とする質量分析計。

【請求項2】請求項1において、前記噴霧イオン源部、あるいはイオンを前記質量分析部に導入するための差動排気部、あるいは前記高真空部の少なくとも一箇所に、赤外線を放射する熱源を設けた質量分析計。

【請求項3】請求項1において、赤外線レーザ光発振器を備え、前記噴霧イオン源より噴霧された微小液滴に、噴霧の方向に對抗する方向から、前記細孔を通して赤外線レーザ光を照射する機構を設けた質量分析計。

【請求項4】請求項1において、前記噴霧イオン源部、あるいは前記差動排気部、あるいは前記高真空部の少なくとも一箇所に、マイクロ波の放射アンテナを設けた質量分析計。

【請求項5】請求項1において、マイクロ波の導波管、あるいは空洞共振器を有し、前記噴霧イオン源より生成された液滴を、マイクロ波の導波管内、あるいは空洞共振器内に導入する質量分析計。

【請求項6】請求項5において、前記導波管、あるいは前記空洞共振器に気体の噴出口を設けた質量分析計。

【請求項7】請求項1において、液体クロマトグラフからの溶出液を細管の一端に導入し、大気圧下で前記細管の他の端から試料溶液を噴霧する前記細管の先端を前記マイクロ波の導波管内、あるいは前記空洞共振器内に設けた質量分析計。

【請求項8】液体クロマトグラフからの溶出液を細管の一端に導入し、大気圧下で前記細管の他の端から試料溶液を噴霧しイオンを生成させる噴霧イオン源と、噴霧イオンを高真空中へ導入する細孔と、イオンを質量分析するための質量分析部とからなる質量分析計において、高周波発振部を有し、前記細管、あるいは前記細孔、あるいは細孔保持部のうち少なくとも一箇所を、高周波による誘導加熱により加熱することを特徴とする質量分析計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、特に、蛋白質などの難揮発性物質の分離分析に重要な液体クロマトグラフと質量分析計を結合した装置、すなわち、液体クロマトグラフ・質量分析計におけるインターフェースに関する。

【0002】

【従来の技術】現在、分析の分野では液体クロマトグラフ・質量分析計の開発が重要視されている。液体クロマ

10

トグラフは混合物の分離に優れるが物質の同定ができず、一方質量分析計は感度も高く物質の同定能力に優れるが混合物の分析は困難である。そこで、液体クロマトグラフの検出器として質量分析計を用いる液体クロマトグラフ・質量分析計は、混合物の分析に対して大変有効である。

【0003】図12に従来の液体クロマトグラフ・質量分析計の全体の構成を示すブロック図を示す。液体クロマトグラフ1から溶出してくる試料溶液は配管2により

10

イオン源3に導入される。イオン源3はイオン源用電源4により信号ライン5aを介して制御されている。イオン源3で生成した試料分子に関するイオンは、質量分析部6に導入されて質量分析される。この質量分析部6は排気系7により真空中に排気される。質量分析されたイオンはイオン検出器8で検出され、検出信号は信号ライン5bを介してデータ処理装置9に送られる。

20

【0004】さて、このように液体クロマトグラフ・質量分析計の原理は簡単であるが、液体クロマトグラフは溶液中の試料を扱うのに対して、質量分析計は高真空中のイオンを扱うという相性の悪さから、この方法の開発は非常に困難なものとなっている。この問題を解決するためにいくつかの方法が開発されている。なかでも有力視されているのは、液体クロマトグラフからの溶出液を噴霧し、生成した液滴中に含まれる試料分子をイオン化して質量分析部へと取り込む噴霧イオン化法である。

【0005】噴霧イオン化法の例として、アナリティカルケミストリー 1987年、59巻、2642頁 (Analytical Chemistry 59, (1987) 2642) に記載されている静電噴霧法について説明する。

30

【0006】図13に静電噴霧イオン源を備えた液体クロマトグラフ・質量分析計の構造を示す断面図を示す。液体クロマトグラフ1から溶出してくる試料溶液を、配管2、コネクタ10を介して細管11に導入する。この細管11と対向電極12との間に数kVの電圧を印加すると、細管11の先端で試料溶液がコーン状態になりその先端から微小液滴が生成する、いわゆる静電噴霧現象が起こる。静電噴霧法では、噴霧用ガス噴出口13を設け、細管11のまわりから窒素などのガスを流し微小液滴の気化を促進させる。さらに、生成した微小液滴に向けて、窒素などのガスを対向電極12側に設けられた気化用ガス噴出口14から吹き付け、微小液滴の気化を促進させる。以上のような過程を経て生成したイオンは、細孔15から直接真空中に導入され、高真空中の質量分析部6で質量分析される。

40

【0007】また、試料溶液を加熱噴霧することにより、イオンを生成する方法もある。アナリティカルケミストリー、1989年、61巻、1159頁 (Analytical Chemistry 61 (1989) 1159) に記載されている大気圧スプレ法について説明する。大気圧スプレイ

50

オン化法は、400度から500度に加熱した金属細管

を通して試料溶液を噴霧することにより、試料分子にプロトンあるいはカチオンの付加した擬似分子イオンを生成する方法である。

【0008】図14に、大気圧スプレイオノン源を備えた液体クロマトグラフ・質量分析計の構造を示す断面図を示す。イオン源3は、細管11と、細管11を加熱するためのヒータ16よりなる。液体クロマトグラフ1から溶出してくる試料溶液は、配管2、コネクタ10を介して細管11に導入される。ヒータ16により細管11を加熱し、試料溶液を加熱噴霧する。噴霧により得られた微小液滴中には、試料分子の擬似分子イオンが含まれている。この擬似分子イオンを細孔15a、差動排気部17、細孔15bを通して真空中に導入し、質量分析部6で質量分析する。

【0009】図15に、大気圧スプレイオノン源の構造を示す拡大された断面図を示す。細管11は、内径約0.1mm、外径約1.6mmのステンレス製あるいはニッケル製である。細管11の外部にヒータ線18が巻かれている。細管11とヒータ線18との間の電気的な絶縁は、石英管19により行なう。ヒータ線18の外部には、保護用のセラミック管20が設けられている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の方法には次のような課題があった。噴霧により生成した微小液滴中に含まれるイオンを効率良く取り出すには、できるだけ細かい液滴を作り、かつ溶媒分子を効果的に除去することがポイントとなる。上記の静電噴霧法では、試料溶液を静電噴霧により微粒化した後、生成した微小液滴に向けて窒素などのガスを吹き付け、微粒化を促進させている。しかし、この方法では、微小液滴を十分に気化させることが困難であり、毎分数十マイクロリットルを超える試料溶液を静電噴霧イオン源に導入すると、液体クロマトグラフ・質量分析計の感度が低下するという問題があつた。

【0011】また、上記の大気圧スプレ法では、試料溶液を加熱噴霧することにより脱溶媒化させているが、十分に微粒化するためには細管を高温に加熱しなければならない。このため、熱的に不安定な試料を分析する場合、試料の一部が熱分解してしまうという問題があつた。そこで、細管の温度を低くしても効果的に液滴からイオンを取り出すことができる、脱溶媒化の方法が求められていた。

【0012】本発明の目的は、生成した微小液滴を効率的に気化することのできる噴霧イオン源を備えた液体クロマトグラフ・質量分析計を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的は、液体クロマトグラフからの溶出液を細管の一端に導入し、大気圧下で細管の他の端から試料溶液を噴霧しイオンを生成させる噴霧イオン源と、イオンを質量分析するための質量分

析部とからなる質量分析計において、噴霧により生成した微小液滴に赤外線あるいはマイクロ波を照射し、水分子などの溶媒分子を加熱し気化することによって達成される。

【0014】上記の赤外線源として、赤外線を放射する熱源、赤外線レーザ光を使用する。また、マイクロ波の照射を放射アンテナ、マイクロ波導波管、空洞共振器を利用して行う。

【0015】

【作用】赤外線、マイクロ波、レーザ光のいずれかの照射による加熱により、噴霧により生成した微小液滴からの脱溶媒化が効果的に行なわれ、微小液滴を十分に加熱気化することができ、微小液滴中に含まれるイオンが抽出しやすくなつた。その結果、液体クロマトグラフ・質量分析計の感度を向上させることができた。

【0016】

【実施例】図1は、赤外線ヒータを有し、赤外線を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第1の実施例の断面図を示す。液体クロマトグラフ1からの溶出液は、配管2、コネクタ10を介して、細管11に導入される。静電噴霧により細管11先端で生成した微小液滴は、噴霧用ガス噴出口13からの高速のガスによりさらに微細化が促進される。生成した微小液滴は、気化用ガス噴出口14から導入されたガスが吹き付けられるのと同時に、赤外線ヒータ21から放射された赤外線により溶媒分子が加熱され、気化が促進される。赤外線の定義は、遠赤外線を含む。信号ライン5cを経由して赤外線ヒータ用電源によって制御される赤外線ヒータ21は、図1のように、生成した液滴を上下から、あるいは左右から加熱してもよい。加熱効率をあげるために、赤外線の反射板22を設けてもよい。また、細管11の先端に電界を集中させるために、赤外線ヒータ21はセラミック製が望ましい。

【0017】図2に赤外線ヒータを有し、赤外線を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第2の実施例の断面図を示す。図2に示すように、リング状の赤外線ヒータ21を用いてもよいし、細孔15の後の真空下にも赤外線ヒータ21'を設け、気化効率をさらにあげてもよい。

【0018】赤外線ヒータ21から放射された赤外線が細管11を加熱することにより不都合が生じる場合には、図3に示す第3の実施例のように、赤外線ヒータ21と細管11の間に熱遮蔽板23を設けてもよい。

【0019】図4に赤外線ヒータを有し、赤外線を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第4の実施例の断面図を示す。図4に示すように、イオンを差動排気部17を通して質量分析部6へ取り込む構成の場合には、差動排気部17にも赤外線ヒータ21'を設けても良い。

【0020】赤外線源として、レーザ発振器を用いても

良い。図5に赤外線レーザ光を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第1の実施例の断面図を示す。図5では、四重極型質量分析計において、噴霧により生成した微小液滴に赤外線レーザを照射する構成を示す。レーザ発振器25から放射された赤外線レーザ光25aは、反射鏡26などにより方向を制御され、細管11より噴霧された液滴に照射される。

【0021】レーザは、液滴に対してどの方向から照射しても良いが、四重極マスフィルタ27の中心軸上で細管11の噴霧の先端と対向する方向から照射する方法は、細管11から噴霧された液滴が細孔15より高真空中に取り込まれるまでの間、加熱され続けるので、特に効果的である。

【0022】四重極質量分析計は、四重極マスフィルタ27とイオン検出器8よりなる。四重極マスフィルタ27を透過したイオンは、電界により二次電子放出電極28に引き寄せられ、二次電子放出電極28に衝突する。イオンの衝突により二次電子放出電極28から放出された二次電子は、二次電子放出電極28に対抗して配された二次電子検出器29で検出される。図5に示したように、レーザ発振器25'は真空容器内に設けても良く、また、レーザ発振器25を真空容器外に設け、レーザ透過用窓31を通してレーザ光を導入しても良く、少なくともいざれか一方のレーザ発振器を使用し、レーザ光25aを照射すればよい。

【0023】液滴に赤外線レーザ光を照射する構成は、電場分析部と磁場分析部とから成る二重収束型質量分析計に対しても有効である。図6に赤外線レーザ光を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第2の実施例の断面図を示す。図6では、二重収束型質量分析計にレーザ発振器25を設けた構成を示す。図6に示した構成は、図5に示した四重極型質量分析計に対する構成とほぼ同じであるが、電場分析部32に設けられている電場分析用電極33がレーザ光25aの進路を妨げる場合には、電場分析用電極33にレーザ光25aの透過用の穴38を開け、この穴38を通して細管11から噴霧された微小液滴にレーザ光25aを照射すれば良い。

【0024】微小液滴の脱溶媒化を促進させるため、液滴にマイクロ波を照射し、水分子を加熱し気化する方法も有効である。以下に、静電噴霧により生成した微小液滴にマイクロ波を照射する構成について述べる。図7にマイクロ波を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第1の実施例の断面図を示す。図7に示すように、マイクロ波発振器39よりマイクロ波伝送路40を通してアンテナ34に導入されたマイクロ波を、アンテナ34より微小液滴に向けて照射し、液滴を加熱し気化する。マイクロ波の周波数は1ギガヘルツ以上が望ましい。アンテナ34は、図7に示したようなホーンアンテナでも良く、スロットアンテナ、ダイポー

ルアンテナ、ループアンテナ、パラボラアンテナなど、アンテナの種類によらず利用可能である。アンテナ34から放射されたマイクロ波を空間的に収束させたい場合には、電磁レンズ35を設ければ良い。マイクロ波の漏洩による危険を防止するために、電磁シールド36を設け、マイクロ波を遮蔽しても良い。

【0025】図8にマイクロ波を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第2の実施例の断面図を示す。図8に示すように、細管11と導波管37の外壁との間で静電噴霧させ、得られた液滴を導波管37に導入し、導波管37内で液滴にマイクロ波を照射しても良い。液滴が導波管37内で拡散するのを防ぐため、石英管19などのマイクロ波の吸収の少ない絶縁管を埋め込んで液滴にマイクロ波を照射しても良い。

【0026】図9にマイクロ波を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第3の実施例の断面図を示す。図9に示すように、構成をより簡単にして、導波管37に気化用ガス噴出口14を設け導入されたガスを微小液滴に吹き付けても良い。

【0027】図10にマイクロ波を噴霧液滴に照射し噴霧液滴の気化を促進する静電噴霧イオン源の第4の実施例の断面図を示す。図10に示すように、導波管37内に細管11を連結するように設け、マイクロ波の電界を細管11の先端に集中させてもよい。

【0028】ここで、図8、図9、図10に示した実施例において、導波管37の代わりに空洞共振器を用いても良い。

【0029】質量分析計が、図4に示したような差動排気部17を有する構造の場合には、差動排気部17にもマイクロ波を導入してもよい。また、差動排気部の有無によらず、高真空中にもマイクロ波を導入しても良い。

【0030】噴霧により生成した微小液滴に赤外線あるいはマイクロ波を照射する構成は、細管を加熱することにより試料溶液を噴霧することを特徴とするイオン源に対しても有効である。以下に、本発明を大気圧スプレイオン源に適用した例について説明する。図1、図2、図3、図4と同様に、細管11と質量分析部6との間に赤外線ヒータ21を設けても良く、図5、図6と同様に、噴霧により生成した液滴に赤外線レーザ光を照射する構成でも良い。図7、図8、図9、図10と同様に、液滴にマイクロ波を照射してもよい。

【0031】また、従来の大気圧スプレイオン源を示す図15より明らかなように、大気圧スプレイオン源には細管11を加熱するためにヒータ18が設けられているので、ヒータ18から放射される赤外線を、細管11のみならず、噴霧により生成した液滴にも照射する方法も有効である。この構成を、図11に示す。従来の大気圧スプレイオン源を示す図15では、細管11の先端までしか巻かれていなかったヒータ線18を、細管11の前方まで配し、ヒータ線18から放射される赤外線を噴霧

により生成した液滴に照射する。液滴がヒータ線18に直接触れるのを防止したい場合には、図11に示すように、細管11の前方まで石英管19を配すれば良い。

【0032】また、大気が細孔を通して真空中に拡散する際に断熱膨張により温度が下がるので、細孔が冷却され、噴霧液滴の脱溶媒を阻害する場合がある。細孔の冷却による脱溶媒の阻害を避けるには、あらかじめ噴霧液滴を気化に適した温度に加熱しておくか、細孔を加熱すれば良い。細管あるいは細孔を加熱する必要が生じる場合には、高周波による誘導加熱を行なっても良い。

【0033】図16は、高周波により細管あるいは細孔を加熱する噴霧イオン源を備えた質量分析計の断面図を示す。噴霧の方式は、静電噴霧であっても加熱噴霧であってもよい。高周波電源41aより信号ライン5dを通して高周波を高周波コイル42aに送る。高周波コイル42aより放射される高周波により、細管11が誘導加熱される。細孔15aの近くにも高周波コイル42bを配し、高周波電源41bにより信号ライン5eを通して高周波を高周波コイル42bに送り、細孔15aあるいは細孔15aを有する細孔保持部43も加熱しても良い。

【0034】本実施例により、静電噴霧により生成した液滴や、大気圧スプレイイオン源において細管の温度を低くして生成した液滴の気化が十分にできるようになった。この結果、液滴からイオンを抽出しやすくなり、液体クロマトグラフ・質量分析計の感度が向上する。

【0035】本発明は、液体クロマトグラフ・質量分析計のみならず、噴霧イオン源を備えた分析装置、例えばキャビラリ電気泳動と質量分析計を結合したキャビラリ電気泳動・質量分析計などに対しても同様に有効である。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、赤外線加熱により液滴からの脱溶媒化が効果的に行なわれ、液滴中に含まれるイオンが抽出しやすくなった。その結果、液体クロマトグラフ・質量分析計の感度が向上した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による静電噴霧イオン源の第1の実施例*

*を示す断面図。

【図2】本発明による静電噴霧イオン源の第2の実施例を示す断面図。

【図3】本発明による静電噴霧イオン源の第3の実施例を示す断面図。

【図4】本発明による静電噴霧イオン源の第4の実施例を示す断面図。

【図5】本発明による静電噴霧イオン源の第1の実施例を示す断面図。

【図6】本発明による静電噴霧イオン源の第2の実施例を示す断面図。

【図7】本発明による静電噴霧イオン源の第1の実施例を示す断面図。

【図8】本発明による静電噴霧イオン源の第2の実施例を示す断面図。

【図9】本発明による静電噴霧イオン源の第3の実施例を示す断面図。

【図10】本発明による静電噴霧イオン源の第4の実施例を示す断面図。

【図11】本発明によるイオン源の一実施例を示す断面図。

【図12】従来の液体クロマトグラフ・質量分析計の構成を示すブロック図。

【図13】従来の静電噴霧イオン源を備えた液体クロマトグラフ・質量分析計の構造を示す断面図。

【図14】従来の大気圧スプレイイオン源を備えた液体クロマトグラフ・質量分析計の構造を示す断面図。

【図15】従来の大気圧スプレイイオン源の構造を示す断面図。

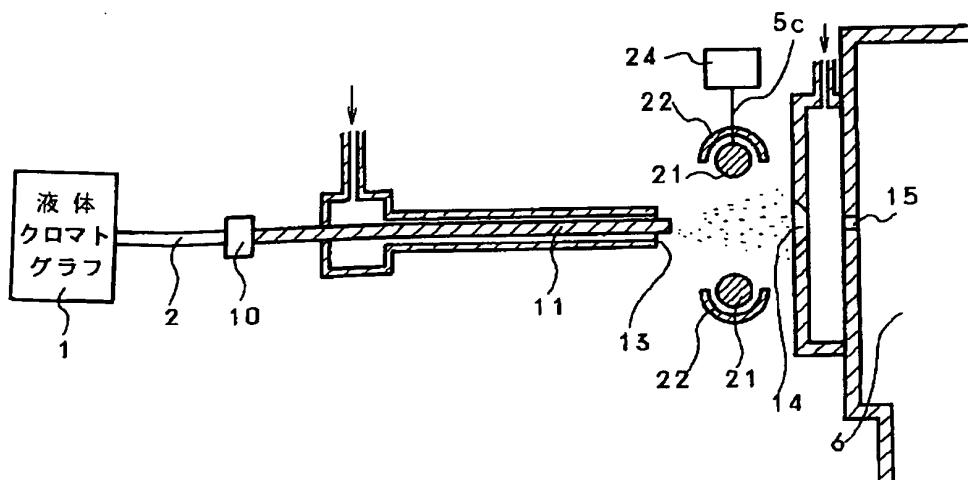
【図16】高周波により細管あるいは細孔を加熱する噴霧イオン源を備えた質量分析計の断面図。

【符号の説明】

1…液体クロマトグラフ、2…配管、5c…信号ライン、6…質量分析部、10…コネクタ、11…細管、13…噴霧用ガス噴出口、14…気化用ガス噴出口、15…細孔、21…赤外線ヒータ、22…反射板、24…赤外線ヒータ用電源。

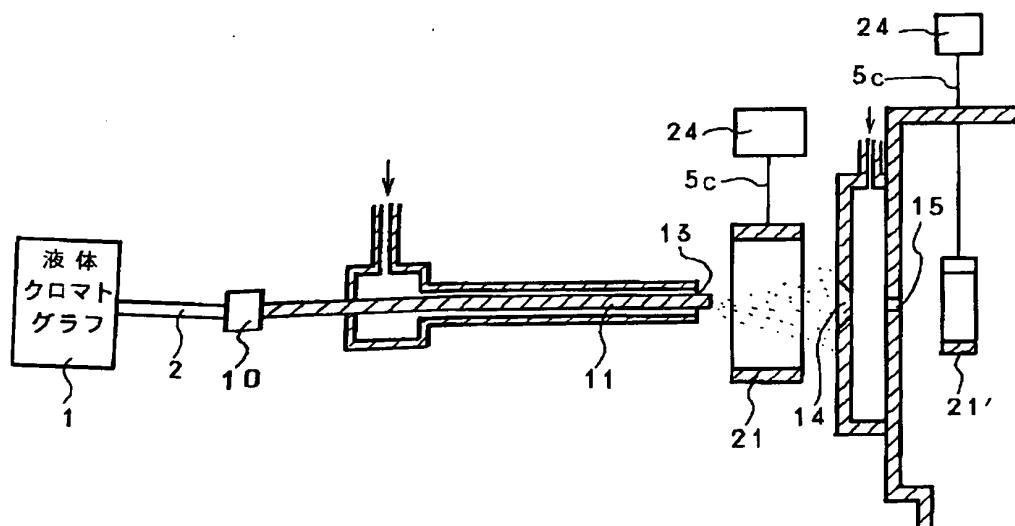
【図1】

図 1



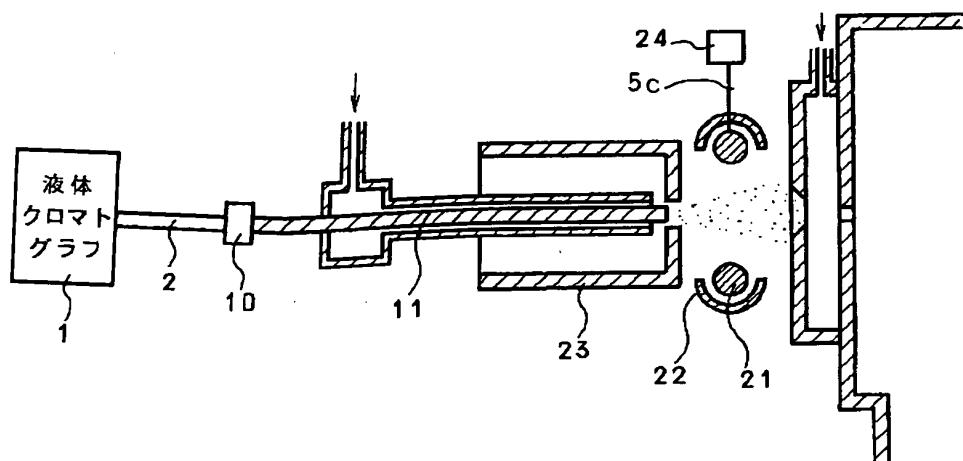
【図2】

図 2

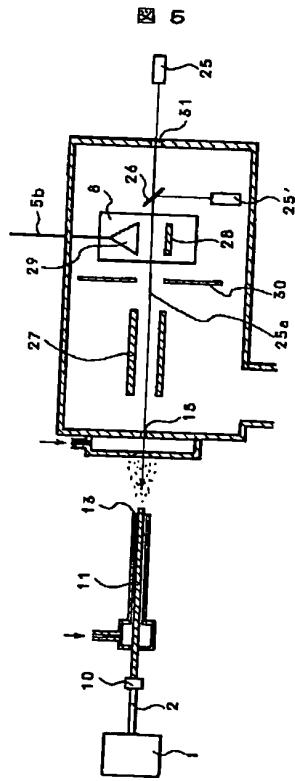


【図3】

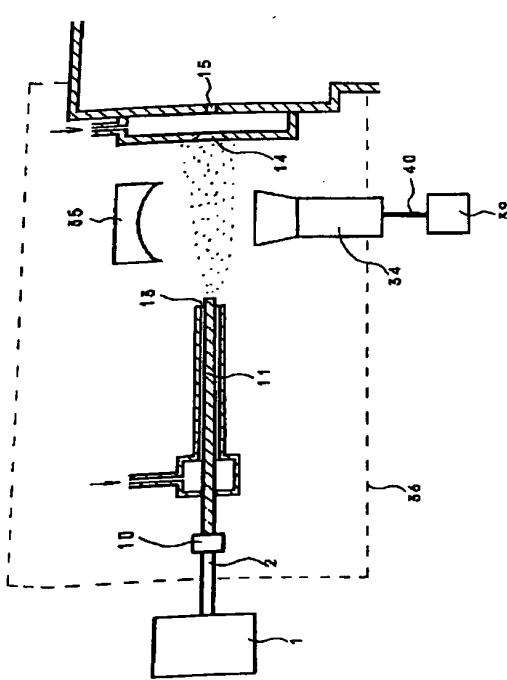
図3



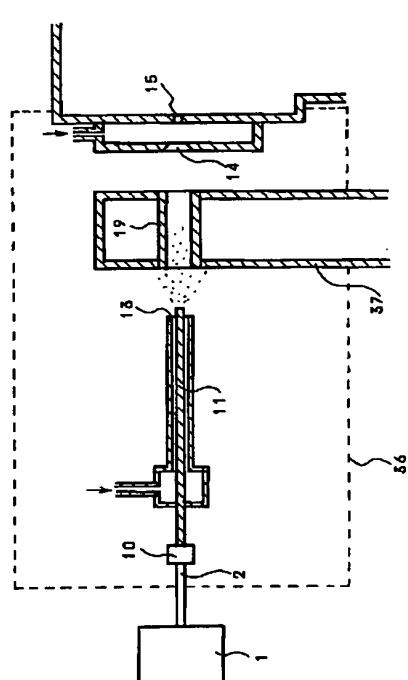
【図5】



【図7】

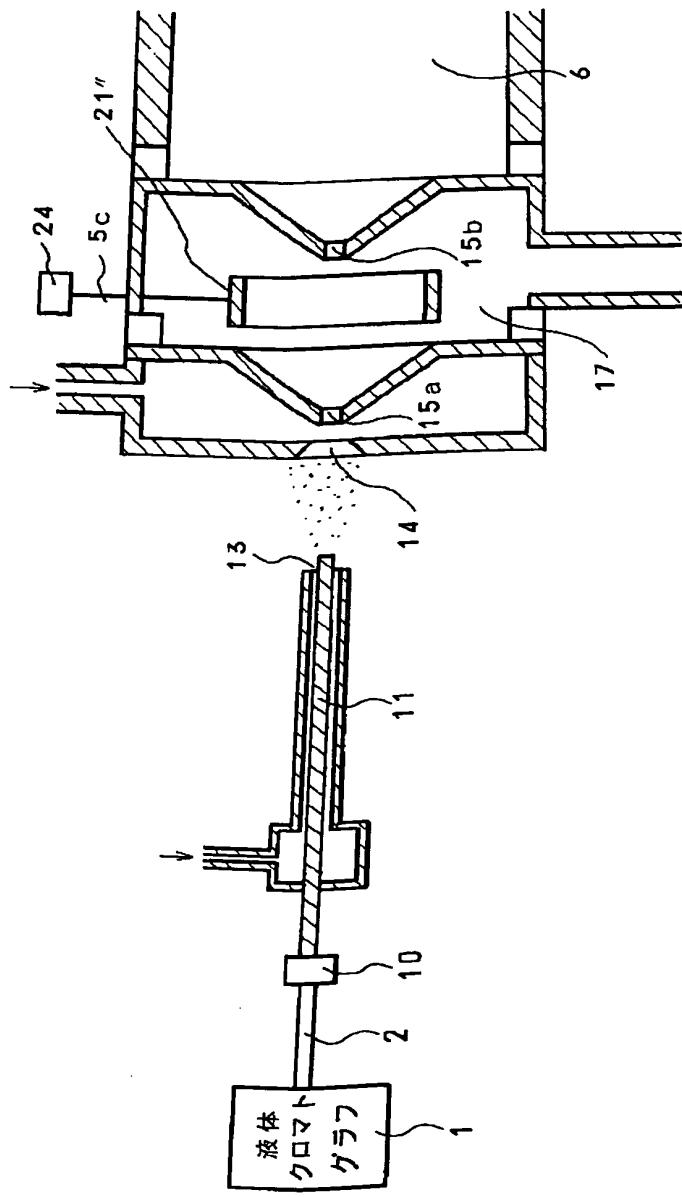


【図8】



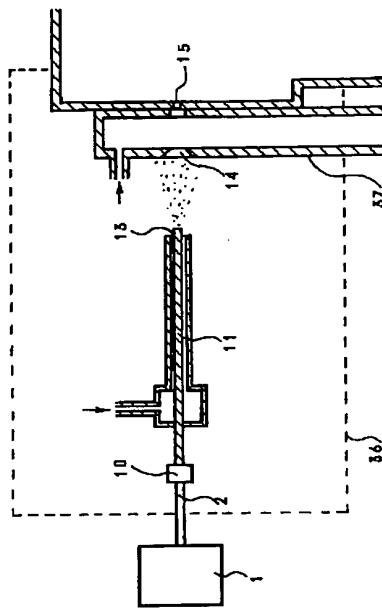
【図4】

図 4



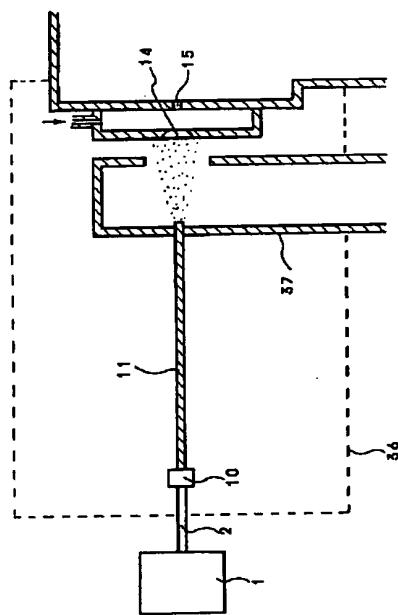
【図9】

図 9



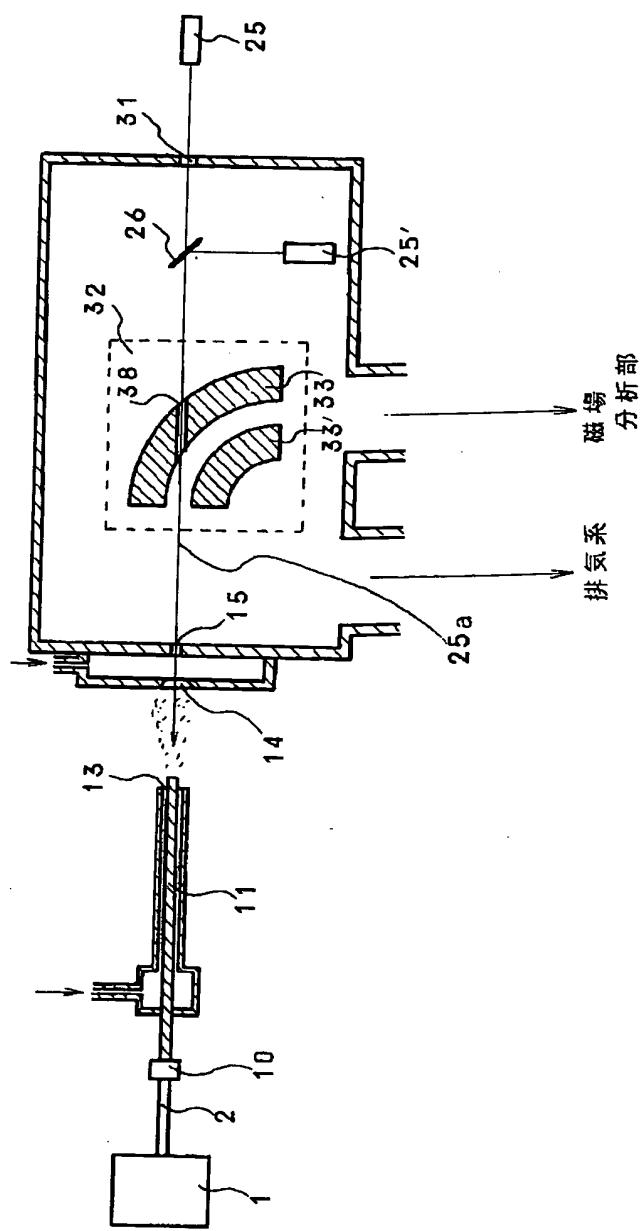
【図10】

図 10



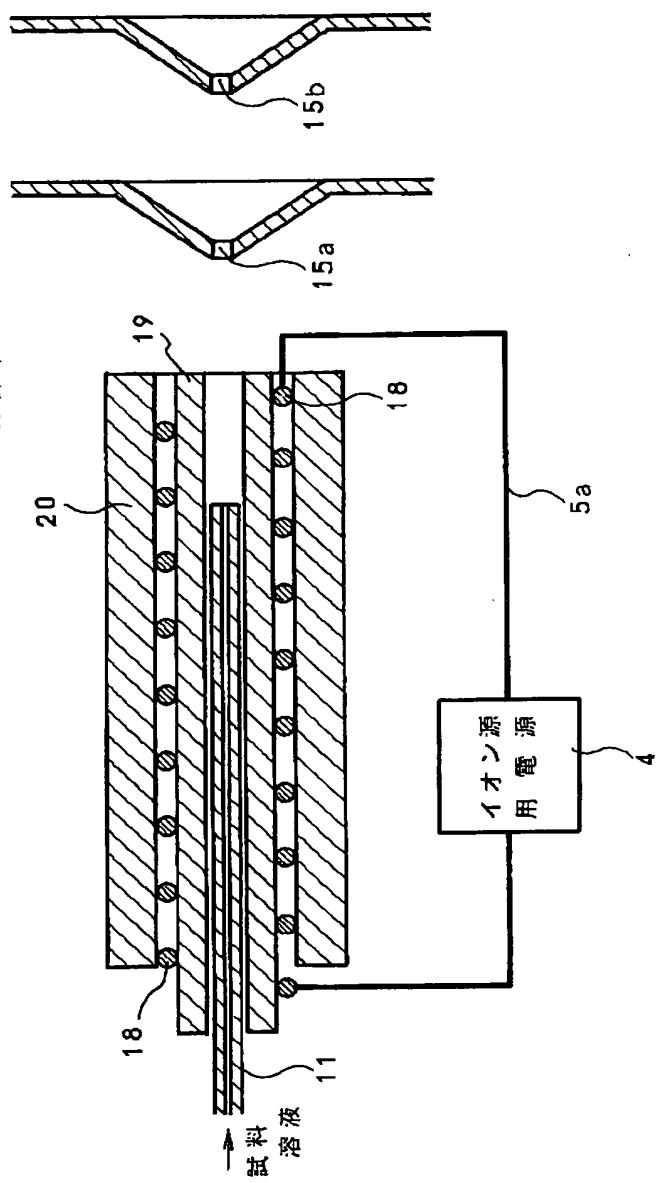
【図6】

図 6



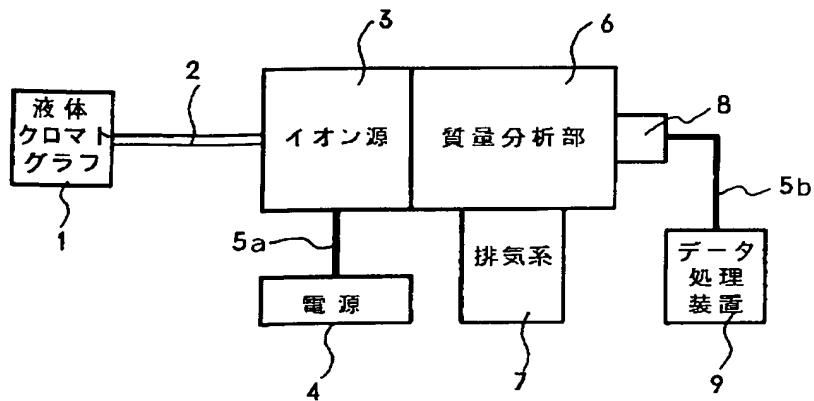
【図11】

図 11



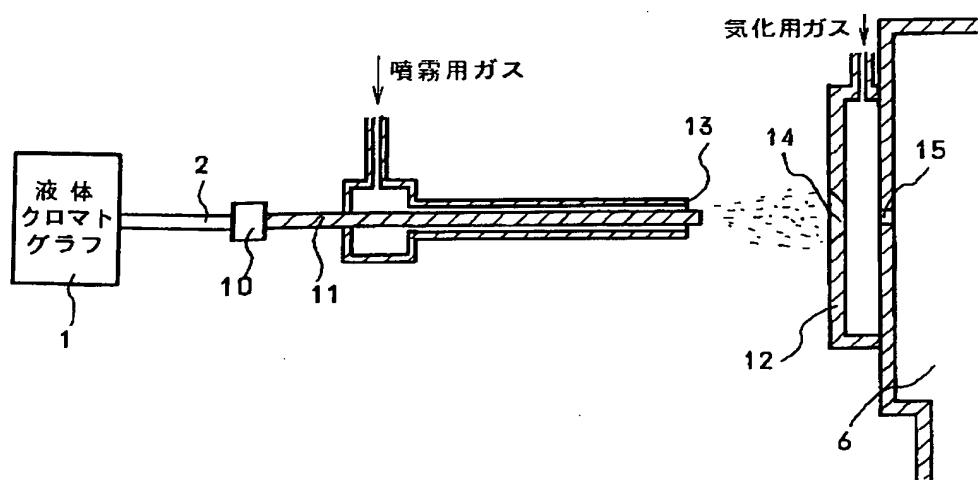
【図12】

図12



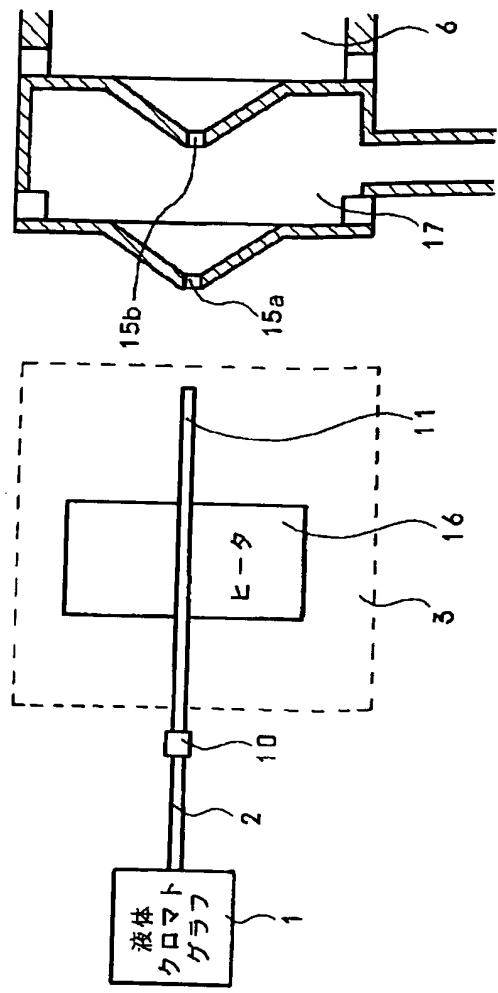
【図13】

図13



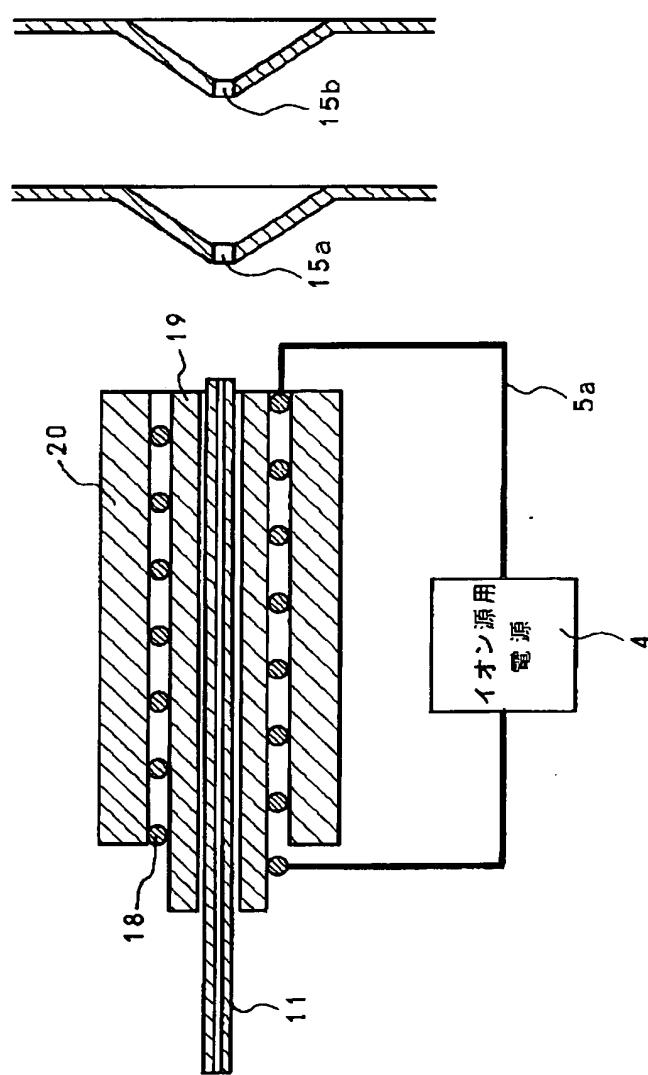
【図14】

図 14



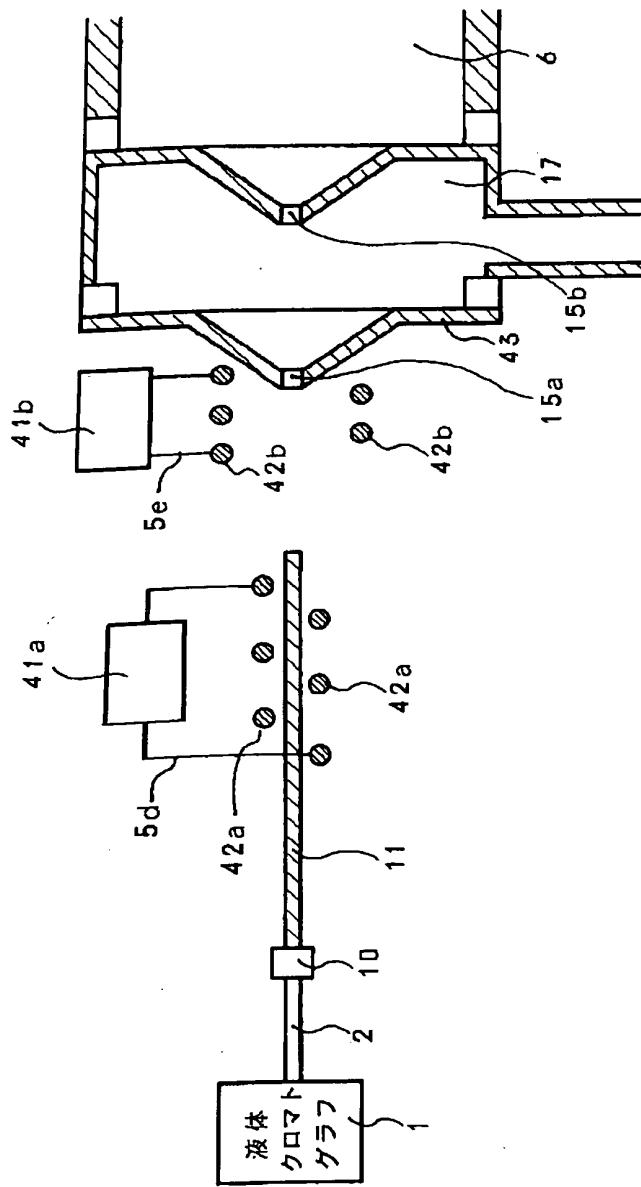
【図15】

図 15



【図16】

図 16



フロントページの続き

(72)発明者 神原 秀記

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第1区分
 【発行日】平成11年(1999)7月30日

【公開番号】特開平5-256837
 【公開日】平成5年(1993)10月8日
 【年通号数】公開特許公報5-2569
 【出願番号】特願平4-54768
 【国際特許分類第6版】
 G01N 30/72
 27/62
 H01J 49/10
 【F1】
 G01N 30/72 C
 27/62 X
 H01J 49/10

【手続補正書】

【提出日】平成10年4月20日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】試料溶液を流路の一方の端部に導入し、前記流路の他方の端部から前記試料溶液を噴霧してイオンを生成させる噴霧イオン源と、前記イオンを高真空中へ導入する細孔と、当該細孔を介して上記高真空中に導入された前記イオンを質量分析するための質量分析部を有し、前記試料溶液を噴霧することによって生成された微小液滴を加熱する手段を具備することを特徴とする質量分析計。

【請求項2】試料溶液を流路の一方の端部に導入し、大気圧下で前記流路の他方の端部から前記試料溶液を噴霧してイオンを生成させる噴霧イオン源と、前記イオンを高真空中へ導入する細孔と、当該細孔を介して上記高真空中に導入された前記イオンを質量分析するための質量分析部を有し、前記試料溶液を噴霧することによって生成された微小液滴を加熱する手段が前記流路の他方の端部と前記細孔の間に配置されていることを特徴とする質量分析計。

【請求項3】前記流路は液体クロマトグラフに接続されていること特徴とする請求項1若しくは2に記載の質量分析計。

【請求項4】前記流路内に導入された試料溶液は、前記流路の外面に沿って前記流路の他方の端部方向へガスを流すことによって噴霧されることを特徴とする請求項1

から3のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項5】前記加熱する手段は、赤外線、赤外線レーザ光、マイクロ波、高周波若しくは電熱ヒーターであることを特徴とする請求項1から4のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項6】前記流路の他方の端部と前記細孔の間に、気化用ガス噴出口が設けられていることを特徴とする請求項1から5のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項7】前記加熱する手段は赤外線レーザ発振器であり、前記流路の他方の端部に対向して配置されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項8】前記加熱する手段は赤外線ヒーターであり、前記流路の他方の端部と前記細孔の間、前記質量分析部の前記噴霧イオン源側に設けられた差動排気部若しくは前記質量分析部に配置されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項9】前記加熱する手段はマイクロ波発振器、導波管若しくは空洞共振器であり、前記流路の他方の端部と前記細孔の間に配置されていることを特徴とする請求項1から6のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項10】前記加熱する手段はヒーターであり、当該ヒーターは前記流路の周囲から前記流路と細孔の間の位置に延在していることを特徴とする請求項1から4のいずれか一に記載の質量分析計。

【請求項11】前記加熱する手段は高周波であり、前記流路および細孔の近傍の少なくとも一方へ高周波コイルが設けられていることを特徴とする請求項1から6のいずれか一に記載の質量分析計。